

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-196600

(43)Date of publication of application : 15.07.2004

(51)Int.Cl.

C01B 3/38  
H01M 8/04  
H01M 8/06  
// H01M 8/10

(21)Application number : 2002-367796

(71)Applicant : BABCOCK HITACHI KK

(22)Date of filing : 19.12.2002

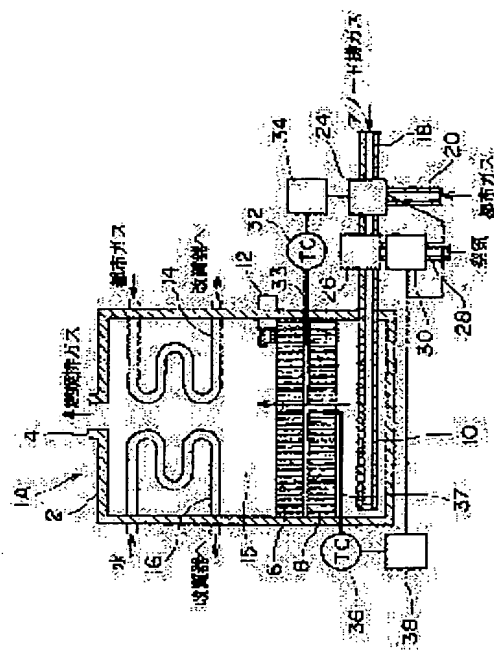
(72)Inventor : IWASAKI YUKINORI  
KAKO HIROYUKI  
OKANO TETSURO  
MIYATA TERUFUMI

## (54) HYDROGEN GENERATING APPARATUS TO BE USED FOR FUEL CELL AND STARTING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent flash back or heat damage in an auxiliary combustor when a hydrogen generating apparatus is started or its load is changed.

SOLUTION: The auxiliary combustor 1 is equipped with: a cylindrical chamber 2; a combustion catalyst layer 6 disposed in the cylindrical chamber; an ejection hole (10) disposed in the lower space of the combustion catalyst layer 6 to eject anode waste gas and air; and heat exchangers (14, 16) disposed in the upper space of the combustion catalyst layer 6 to heat at least one of water and hydrocarbon fuel supplied to a reformer. The apparatus is also provided with a heat shielding body 8 having a large number of pores to pass the anode waste gas and air between the combustion catalyst layer 6 and the ejection hole (10).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-196600

(P2004-196600A)

(43) 公開日 平成16年7月15日 (2004.7.15)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
CO1B 3/38	CO1B 3/38	4G140
HO1M 8/04	HO1M 8/04	5H026
HO1M 8/06	HO1M 8/04	5H027
// HO1M 8/10	HO1M 8/06	
	HO1M 8/10	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号	特願2002-367796 (P2002-367796)	(71) 出願人	000005441
(22) 出願日	平成14年12月19日 (2002.12.19)		バブコック日立株式会社
			東京都港区浜松町二丁目4番1号
		(74) 代理人	100098017
			弁理士 吉岡 宏嗣
		(72) 発明者	岩崎 之紀
			広島県呉市宝町3番36号
			バブコック日立株式会社呉研
			研究所内
		(72) 発明者	加来 宏行
			広島県呉市宝町3番36号
			バブコック日立株式会社呉研
			研究所内

最終頁に続く

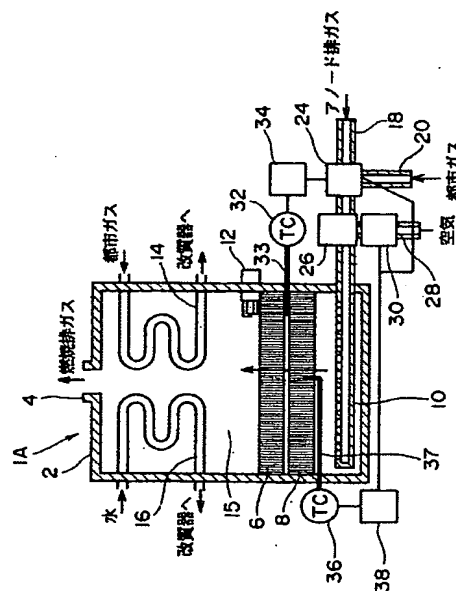
(54) 【発明の名称】 燃料電池に用いる水素製造装置および起動方法

## (57) 【要約】

【課題】 水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止する。

【解決手段】 補助燃焼器1を、筒型容器2と、この筒型容器内に配設された燃焼触媒層6と、この燃焼触媒層6の下方空間に設けられアノード排ガスと空気を吐出する吐出孔(10)と、燃焼触媒層6の上方空間に配置され、改質器に供給する炭化水素系燃料と水との少なくとも一つを加熱する熱交換器(14、16)とを備えて形成するとともに、燃焼触媒層6と吐出孔(10)の間にアノード排ガスと空気が通流する多数の通孔を有する熱遮蔽体8を配設してなることを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を有する改質器と、前記改質器で生成された水素リッチの改質ガス中のCOを低減して燃料電池のアノードに供給するCO処理器と、前記燃料電池のアノード排ガスを燃焼する補助燃焼器とを有する水素製造装置において、前記補助燃焼器は、筒型容器と、該筒型容器内に配設された燃焼触媒層と、該燃焼触媒層の下方空間に設けられ前記アノード排ガスと空気を吐出する吐出孔と、前記燃焼触媒層の上方空間に配置され、前記改質器に供給する炭化水素系燃料と水の少なくとも一つを加熱する熱交換器とを備え、前記燃焼触媒層と前記吐出孔の間に前記アノード排ガスと前記空気が通流する多数の通孔を有する熱遮蔽体を配設してなることを特徴とする水素製造装置。 10

**【請求項 2】**

前記熱遮蔽体は、ハニカム構造体、焼結板、粒子または繊維を結合してなる構造体のいずれかであることを特徴とする請求項 1 に記載の水素製造装置。

**【請求項 3】**

前記熱遮蔽体は、該熱遮蔽体を通流する前記アノード排ガスまたは炭化水素系燃料と前記空気の混合ガスの出側流速が前記混合ガスの火炎伝播速度以上となる全通孔面積を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の水素製造装置。

**【請求項 4】**

前記補助燃焼器は、前記燃焼触媒層の入側または出側に配設された点火装置と、前記吐出孔に連通されるアノード排ガス供給管に前記炭化水素系燃料の供給停止を切り換える切り換え器と、前記燃焼触媒層が所定温度に達したら前記炭化水素系燃料の供給を停止するように前記切り換え器を制御する制御器とを有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水素製造装置。 20

**【請求項 5】**

前記点火装置は、点火プラグ、電気式ヒータ、圧電素子、バーナのいずれかであることを特徴とする請求項 4 に記載の水素製造装置。

**【請求項 6】**

前記補助燃焼器は、前記空気の流量を調整する空気調整器を有し、前記制御器は、前記燃焼触媒層の温度が上限値に達したら前記空気調整器を調整して空気供給量を一定量増加させ、前記温度が下限値に達したら前記切り換え器を調整して前記炭化水素系燃料を一定量供給することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の水素製造装置。 30

**【請求項 7】**

前記補助燃焼器は、前記熱遮蔽体内部に配設された温度計測器を有し、前記制御器は前記温度計測器の計測値に基づいて前記空気調整器と前記切り換え器を調整することを特徴とする請求項 6 に記載の水素製造装置。

**【請求項 8】**

請求項 4 乃至 7 のいずれかに記載の水素製造装置の起動方法において、前記燃焼触媒層の入側または出側で炭化水素系燃料を燃焼させ、前記燃焼触媒層が所定温度以上になったら前記炭化水素系燃料の供給を停止することを特徴とする水素製造装置の起動方法。 40

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、触媒存在下で炭化水素系燃料に水蒸気を作用させて水素ガスを製造する水素製造装置に係り、特に、固体高分子型燃料電池のアノード排ガスを燃焼して水素製造装置に供給する炭化水素系燃料や水蒸気等を予熱する補助燃焼器およびその起動方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

炭化水素系燃料を用いて固体高分子型燃料電池に利用される水素を製造する水素製造装置は、触媒存在下、炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質器と、この 50

改質器から発生される改質ガスのCOをCOシフト反応によって酸化させるCOシフト器と、さらに残存するCOを選択酸化させるCO選択酸化器とを備えて構成される。これにより、生成された改質ガスは、燃料電池のアノードに供給され、カソードに供給された酸素と反応して発電が行われる。

ところで、一般に、アノードから排出されるアノード排ガス中には、発電に使用されない未反応水素が含まれている。このため、アノード排ガスを補助燃焼器に導いて燃焼させ、水素製造装置に供給する炭化水素系燃料や水蒸気等を予熱したり、改質器の加熱等に利用している。ここで、アノード排ガス中の水素濃度は低いことから、燃焼を安定化させるために燃焼触媒層を備えている（例えば、特許文献1）。

【0003】

10

【特許文献1】

特開2001-155747号公報

【0004】

【発明を解決しようとする課題】

ところで、水素製造装置の起動時は、CO選択酸化器の触媒が活性温度に加熱されるまで、改質ガス中のCO濃度を安定して低下させることができない。また、COは燃料電池の電極を被毒させることから、起動時は、このような低品質の改質ガスを燃料電池に供給せずに、例えばバイパスラインを通流させて、補助燃焼器で燃焼処理するようにしている。

【0005】

一方、燃料電池の発電量を上げる場合は、改質器で発生する改質ガスを増加させた後、燃料電池の負荷を増加させている。また、発電量を下げる場合、燃料電池での水素消費量を低減してから改質器で生成する水素量を減少させている。このため、一時的に水素濃度の高いアノード排ガスが補助燃焼器に供給されることになる。

20

【0006】

このように、水素製造装置の起動時および燃料電池の負荷変化時には、水素濃度が高い改質ガスやアノード排ガスと空気との混合ガスが補助燃焼器に供給される。このような高発熱量の混合ガスが供給されると、燃焼触媒層の温度が上昇して、下面温度が混合ガスの着火温度以上に達し、混合ガスに着火して逆火が起こり得る。また、燃焼触媒層の輻射熱により、補助燃焼器内が加熱されて熱損傷を起こす場合がある。

【0007】

30

そこで、本発明は、水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、炭化水素系燃料と水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を有する改質器と、この改質器で生成された水素リッチの改質ガス中のCOを低減して燃料電池のアノードに供給するCO処理器と、燃料電池のアノード排ガスを燃焼する補助燃焼器とを有する水素製造装置において、補助燃焼器は、筒型容器と、この筒型容器内に配設された燃焼触媒層と、この燃焼触媒層の下方空間に設けられ前記アノード排ガスと空気を吐出する吐出孔と、燃焼触媒層の上方空間に配置され、前記改質器に供給する炭化水素系燃料と水との少なくとも一つを加熱する熱交換器とを備え、燃焼触媒層と吐出孔の間にアノード排ガスと空気が通流する多数の通孔を有してなる熱遮蔽体を配設することにより上述した課題を解決する。

40

【0009】

本発明によれば、燃焼触媒層と吐出孔の間に熱遮蔽体を配設したことにより、燃焼触媒層からの熱が遮蔽され、熱遮蔽体と吐出孔との間の空間は燃焼触媒層の熱の影響を受けない。また、熱遮蔽体はアノード排ガスと空気の通流によって冷却効果がある。このため、逆火が防止され、かつ吐出孔等の熱損傷を防ぐことができる。この場合、熱遮蔽体は、ハニカム構造体、焼結板、粒子または繊維を結合してなる構造体などを用いることができる。ここで、熱遮蔽体の遮蔽能力は、構造、材質および厚みによって調整できる。

50

## 【0010】

さらに、全通孔面積は、熱遮蔽体を通流するアノード排ガスまたは炭化水素系燃料と空気の混合ガスの出側流速が混合ガスの火炎伝播速度以上となることが好ましい。これにより、例えば、燃焼触媒層が着火温度に達しても、吐出孔に逆火することがない。

## 【0011】

また、上記の構成に加えて補助燃焼器に、燃焼触媒層の入側または出側に配設された点火装置と、吐出孔に連通されるアノード排ガス供給管に炭化水素系燃料の供給停止を切り換え器と、燃焼触媒層が所定温度に達したら炭化水素系燃料の供給を停止するように切り換え器を制御する制御器とを設けることができる。これにより、起動時は、補助燃焼器内に発熱量の高い炭化水素系燃料を供給して、点火燃焼させることができる。そして、その燃焼熱により燃焼触媒層が加熱された後は、炭化水素系燃料の供給を停止して、アノード排ガスを触媒燃焼させることができる。なお、点火装置は、熱遮蔽体と燃焼触媒層の間の空間または燃焼触媒層の上方空間のいずれか一方に配置することができる。

## 【0012】

さらに、補助燃焼器に空気の流量を調整する空気調整器を設け、制御器に燃焼触媒層の温度が上限値に達したら空気調整器を調整して空気供給量を一定量増加させ、温度が下限値に達したら切り換え器を調整して炭化水素系燃料を一定量供給する機能を持たせることができる。すなわち、燃焼触媒層の温度が上限値に達したら空気を増加して冷却し、温度が下限値に達したら発熱量の高い炭化水素系燃料を供給して加熱する。これにより、燃焼触媒層の温度を触媒燃焼可能な安定な温度に維持できる。

## 【0013】

この場合、熱遮蔽体内部に温度計測器を配設し、制御器はこの温度計測器の計測値に基づいて空気調整器と切り換え器を制御するのが好ましい。すなわち、燃焼触媒層より温度が低い熱遮蔽体内に温度計測器を配設することにより、温度計測器の信頼性が維持されるとともに燃焼触媒層の温度を監視することができる。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1に本発明に係る補助燃焼器の一実施形態の構成を示し、図2に本発明の補助燃焼器を適用してなる改質器の一実施形態の構成を示し、図3に本発明の補助燃焼器を適用してなる燃料電池システムの全体構成を示す。

## 【0015】

図3に示すように、本実施形態の水素製造装置は、補助燃焼器1を備えた改質器40と、COシフト器44と、CO選択酸化器46とから構成されている。改質器40は、触媒存在下、補助燃焼器1で予熱された都市ガスと水蒸気とを反応させて水素に改質する改質触媒を備えている。COシフト器44は、改質器40で生成するCOをCOシフト反応により酸化させるCOシフト触媒を備えている。CO選択酸化器46は、COシフト反応後に残存するCOを選択酸化させるCO選択酸化触媒を備えている。

## 【0016】

本実施形態の燃料電池48は、固体高分子形燃料電池を使用している。燃料電池48は、電解質50と、電解質50を挟んで対向するアノード極52（燃料極）と、カソード極54（酸素極）とから構成される。CO選択酸化器46とアノード極52は、配管53を介して連通されている。配管53にはバイパスライン56が接続されており、アノード極の排出側と補助燃焼器1を連通させる配管58と接続されている。

## 【0017】

改質器40は、図2に示すように、水と都市ガスを予熱する補助燃焼器1Aと、水と空気を予熱する補助燃焼器1Bを両側に設けている。都市ガス予熱管14、水予熱管16、空気予熱管42を通流して予熱された都市ガス、水蒸気、空気は、それぞれ改質器40内に供給されるようになっていいる。なお、本実施形態は、改質器40内部に、例えば燃焼触媒を設け、系内に空気を導入して都市ガスを部分燃焼する内熱式を示しているが、これに限

られるものではなく、補助燃焼器 1 の燃焼熱により改質器 4 0 の加熱を行ってもよい。

#### 【0018】

次に、補助燃焼器 1 A の構成を図 1 を用いて詳細に説明する。なお、補助燃焼器 1 B は、補助燃焼器 1 A の都市ガス予熱管 1 4 を空気予熱管 4 2 に代える以外は、構成が同一であるため説明を省略する。補助燃焼器 1 A は、図 1 に示すように、上端面に燃焼排ガス出口 4 が突き出した縦長の筒型容器 2 の内部に燃焼触媒層 6 を備えて形成される。燃焼触媒層 6 の下方には熱遮蔽体 8 が配設され、熱遮蔽体 8 の下方空間には、都市ガスやアノード排ガスと空気の混合ガスを吐出する燃料吐出ノズル 1 0 が筒型容器 2 の外部から挿入されている。燃焼触媒層 6 の上方空間には、スパークを発生する点火プラグ 1 2 が筒型容器 2 の内壁に配設されており、点火プラグ 1 2 の上方には、図示しない改質器に供給する都市ガスと水をそれぞれ加熱する都市ガス予熱管 1 4 と水予熱管 1 6 が対向して筒型容器 2 の外部から挿入されている。

#### 【0019】

燃料吐出ノズル 1 0 は、略水平方向に延在する筒体であり、その上面には筒内から補助燃焼器 1 内に連通して形成された混合ガスの吐出孔が長手方向にそって複数配列されている。本実施形態の場合、例えば 1 0 個の吐出孔が等間隔で配列されている。点火プラグ 1 2 は、筒型容器 2 の内壁に 1 個配設され、電氣的にスパークを発生させることができる。ここで、本実施形態では点火プラグを使用しているが、これに限られるものではなく、電気式ヒータ、圧電素子、バーナ等を点火装置として使用してもよい。都市ガス予熱管 1 4 を構成する金属管は、筒型容器 2 内を下方に蛇行して形成され、改質器の都市ガス供給口に接続されている。水予熱管 1 6 も都市ガス予熱管 1 4 と同様に筒型容器 2 内に形成され、改質器の水蒸気供給口に接続されている。

#### 【0020】

燃焼触媒層 6 は、筒型容器 2 の内壁全体に渡って形成され、例えば、セラミックハニカム（例えば、セル数 2 1 0、厚さ 1 0 mm）に P d - L a 系燃焼触媒がコーティングされたものを用いることができる。熱遮蔽体 8 は、筒型容器 2 の内壁全体に渡って形成され、例えば、多孔セラミックプレートで形成することができる。本実施形態の場合、熱遮蔽体 8 の出側におけるアノード排ガスと空気の混合ガスの流速が、火炎伝播速度（例えば、3 2 0 cm/s：理論空気比により水素濃度を 1. 8 倍としたときに最大となる水素の火炎伝播速度が 3 1 3 cm/s による）以上となるように、多数の通孔が形成されている（例えば、通孔の合計面積 0. 5 cm<sup>2</sup> 以下、厚み 1 0 mm）。

#### 【0021】

アノード排ガス供給管 1 8 は、燃料吐出ノズル 1 0 と連結されて形成される。都市ガス供給管 2 0 は、切り換え器 2 4 を介してアノード排ガス供給管 1 8 に接続されている。切り換え器 2 4 は、アノード排ガス供給管 1 8 に流入させる都市ガスを供給・停止でき、かつ都市ガスの供給量を調整することができるようになっている。混合器 2 6 は、切り換え器 2 4 と補助燃焼器 1 の間のアノード排ガス供給管 1 8 に配設され、この混合器 2 6 に空気供給管 2 8 が連通されている。空気供給管 2 8 には、空気流量を調整する空気調整器 3 0 が配設されている。アノード排ガス供給管 1 8 に供給されるアノード排ガスや都市ガスは、混合器 2 6 で空気と混合されるようになっている。

#### 【0022】

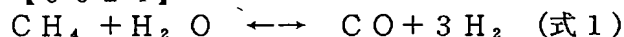
次に、本実施形態の制御系について説明する。本実施形態の制御器は、補助燃焼器 1 の起動時に、燃焼触媒層 6 の温度に基づいて都市ガスの供給を停止させる制御器 3 4 と、触媒燃焼温度の制御として、都市ガス、アノード排ガス、空気量を調整する制御器 3 8 とから構成される。燃焼触媒層 6 と熱遮蔽体 8 の間の空間には、燃焼触媒層 6 の入口温度を測定する熱電対 3 3 が側壁から略水平に挿入されている。熱電対 3 3 の検出値は温度計測器 3 2 に入力され、この温度計測器 3 2 は制御器 3 4 に接続されている。制御器 3 4 は、温度計測器 3 2 の計測温度が、所定温度（例えば、2 0 0 ℃）以上のときに切り換え器 2 4 を介して都市ガスの供給を停止するようになっている。一方、温度計測器 3 6 は熱電対 3 7 を有して形成され、熱電対 3 7 は、熱遮蔽体 8 の下部空間に側壁から略水平に挿入された

後、熱遮蔽体 8 の中心部付近で略垂直に曲げられて、熱遮蔽体 8 の断面中央付近に挿入されている。制御器 3 8 は、この温度計測器 3 6 の計測温度に基づいて、空気調整器 3 0 と切り換え器 2 4 を調整するようになっている。

#### 【0023】

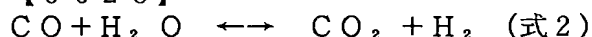
次に、水素製造装置の動作を図 3 に基づいて説明する。補助燃焼器 1 で予熱された都市ガス、水蒸気は、それぞれ改質器 4 0 内に供給された後、改質触媒により改質反応（式 1）が行われ、水素と CO が生成される。

#### 【0024】



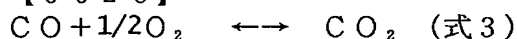
改質器 4 0 で生成した改質ガスは、CO シフト器 4 4 に供給されて、CO シフト触媒により CO シフト反応（式 2）が行われて、CO が酸化される。

#### 【0025】



さらに、CO シフト器 4 4 から CO 選択酸化器 4 6 に供給された改質ガスは、CO 選択酸化触媒により CO 選択酸化反応（式 3）が行われて、CO が低濃度化され、水素リッチな改質ガスが生成する。

#### 【0026】



CO 選択酸化器 4 6 で生成された改質ガスは、アノード極 5 2 に配管 5 3 を介して供給され、カソード極 5 4 に供給される空気中の酸素と反応して発電が行われる。発電に使用されなかった未反応水素を含むアノード排ガスは、補助燃焼器 1 に供給されて燃焼処理された後、燃焼排ガスとして大気に排出される。補助燃焼器 1 は、アノード排ガスを燃焼し、改質器 4 0 に供給される都市ガス、水蒸気、空気を予熱することで、改質器 4 0 における都市ガスの部分燃焼量を少なくし効率を向上させることができる。

#### 【0027】

水素製造装置の起動時は、まず、改質器 4 0 で都市ガスを燃焼し、改質器 4 0、CO シフト器 4 4、CO 選択酸化器 4 6、補助燃焼器 1 の触媒を加熱する。そして、触媒が所定の温度に加熱されたら、改質器 4 0 に都市ガス、水蒸気を供給し、改質ガスを生成させる。なお、CO 選択酸化器 4 6 の触媒が活性温度に加熱されるまでは、改質ガス中の CO 濃度を安定して下げることができない。また、CO は、燃料電池の電極を被毒させることから、改質ガスはバイパスライン 5 6 により、燃料電池をバイパスさせている。このバイパスされた改質ガスは、配管 5 8 を通して補助燃焼器 1 内に供給されて燃焼処理される。CO 選択酸化器 4 6 の触媒が活性温度に達し、CO 濃度を安定して低下させる状態において、燃料電池のアノード極 5 2 に改質ガスを供給して発電を開始する。なお、この場合のアノード排ガスは、上述したように、補助燃焼器 1 内に供給されて燃焼処理される。

#### 【0028】

次に、本実施形態の補助燃焼器 1 の起動方法について説明する。図 4 は、本実施形態の補助燃焼器 1 の起動方法を示すフローチャートである。図 4 に示すように、この起動方法は、都市ガスと空気の混合ガスを補助燃焼器 1 内に供給するステップ 1 と、都市ガスと空気の混合ガスを着火させるステップ 2 と、温度計測器 3 2 の指示温度が、所定温度（例えば、200℃）以上であるか否かを判断するステップ 3 と、都市ガスの供給を停止するステップ 4 と、アノード排ガスを補助燃焼器 1 内に供給するステップ 5 と、温度計測器 3 6 で触媒燃焼を監視するステップ 6 とを有する。以下、ステップ毎に説明する。

#### 【0029】

はじめに、ステップ 1 において、切り換え器 2 4 を調整してアノード排ガス供給管 1 8 に都市ガスを供給する。都市ガスは混合器 2 6 で空気と混合されて混合ガスとなり、燃料吐出ノズル 1 0 の吐出孔から吐出される。この混合ガスは、補助燃焼器 1 内を上昇し、熱遮蔽体 8 に形成される通孔を通過した後、燃焼触媒層 6 内を流れる。燃焼触媒層 6 を通過した混合ガスは、燃焼触媒層 6 の上方に形成される空間 1 5 に達したとき、ステップ 2 において、点火プラグ 1 2 を起動させて電気スパークを発生させる。これにより、混合ガスに

着火して燃焼させる。なお、この場合の燃焼は触媒燃焼とは異なる気相燃焼となる。混合ガスの燃焼により燃焼触媒層 6 は加熱されて温度が上昇する。

#### 【0030】

ステップ 3 において、制御器 34 は、燃焼触媒層 6 の入口に熱電対 33 を配設する温度計測器 32 の計測温度が、アノード排ガスが安定して触媒燃焼する所定温度（例えば、200℃）以上であるか否かを判断する。そして、所定温度（例えば、200℃）以上であれば、ステップ 4 において、切り換え器 24 は、制御器 34 の信号により、都市ガスの供給を停止する。そして、都市ガスの供給停止が確認された後、ステップ 5 において、切り換え器 24 は、制御器 34 の信号によりアノード排ガス側に切り換えられる。これにより、アノード排ガスと空気は混合器 26 で混合されて混合ガスとなり、燃焼触媒層 6 に供給されて触媒燃焼が行われる。 10

#### 【0031】

ステップ 6 において、熱遮蔽体 8 内に配設された熱電対 37 に接続された温度計測器 36 の計測温度に基づいて燃焼監視を行う。制御器 38 は、温度計測器 36 の計測温度が、上限温度（例えば、600℃）以上であるか否かを判断する。そして、上限温度（例えば、600℃）以上であれば、温度計測器 36 の計測温度が、上限管理温度（例えば、580℃）以下になるまで、空気調整器 30 を調整して空気供給量をそれまでの供給量に対して一定量増加（例えば、1.5 倍）させて、燃焼温度を低下させる。一方、制御器 38 は、温度計測器 36 の計測温度が、下限温度（例えば、400℃）以下であるか否かを判断する。そして、下限温度（例えば、400℃）以下であれば、切り換え器 24 を調整して、下限管理温度（例えば、420℃）以上になるまで、都市ガスをアノード排ガスと共に供給して、燃焼温度を増加させる。 20

#### 【0032】

なお、本実施形態では、補助燃焼器 1 の起動時において、都市ガスを供給した後、燃焼触媒層が所定温度に達してから都市ガスの供給を停止して、アノード排ガスに切り換えているが、これに限られるものではない。例えば、CO 選択酸化器 46 の触媒温度が活性温度に達するまでは、アノード排ガス供給管 22 を介してバイパスライン 56 を経由した改質ガスが、補助燃焼器 1 に供給される場合がある。そこで、補助燃焼器 1 の起動時は、都市ガスとともに改質ガスやアノード排ガスを供給し、燃焼触媒層が所定温度に達してから都市ガスの供給を停止するようにしてもよい。 30

#### 【0033】

ここで、水素製造装置の起動時にバイパスラインを経由した改質ガスは、高い水素濃度を有している。一方で、定常運転時のアノード排ガスにおいても、燃料電池の負荷変動により、水素濃度が一時的に上昇する場合がある。図 5 に、本実施形態の水素製造装置の定常運転時におけるアノード排ガス中の水素濃度の履歴を示す。上段のグラフは、燃料電池負荷変動を示し、中段のグラフは燃料電池へ供給される水素量の変動を示し、下段のグラフは、アノード排ガス中の水素濃度の変化を示す。図示するように、発電電力量を上げる時には、供給水素量を増加した後に燃料電池の負荷を上げて水素利用量を増加させている。一方で、発電電力量を下げる時には、燃料電池の負荷を下げて水素利用量を減少させた後、水素供給量を下げている。このため、アノード排ガス中の水素濃度が一時的に増加する 40

#### 【0034】

このように、水素製造装置の起動時および定常時において、水素濃度の高い改質ガスおよびアノード排ガス等が燃焼触媒層に供給されると、燃焼触媒層は、触媒燃焼温度が上昇し、混合ガスの着火温度以上に加熱される場合がある。本実施形態によれば、熱遮蔽体 8 は、燃焼触媒層 6 の触媒燃焼により加熱されるが、アノード排ガスと空気の混合ガスが熱遮蔽体 8 内を通流することにより冷却される。つまり、熱遮蔽体 8 の混合ガス入側の温度は、混合ガスの着火温度以下となる。また、熱遮蔽体 8 の出側における混合ガスの流速は、混合ガスの火炎伝播速度以上となっている。これにより、燃焼触媒層の温度が混合ガスの着火温度以上に達しても、混合ガスの逆火を防止することができる。また、熱遮蔽体 8 は 50



、触媒燃焼の輻射熱を吸収することにより、補助燃焼装置内の温度上昇を抑制し、例えば燃料吐出ノズル10の熱損傷を防止することができる。また、熱遮蔽体8は、触媒燃焼により加熱されるため、熱遮蔽体8内部を通る混合ガスを、ある程度の温度（例えば、200～400℃）まで予熱することができる。

#### 【0035】

また、燃焼触媒層6の上方は、高温（例えば、700～900℃）になるため、燃焼触媒温度を計測する場合、熱電対37の信頼性が問題となり、複数の熱電対が必要となる。しかし、本実施形態によれば、上述したように、熱遮蔽体8の内部に温度計測器36の熱電対37を挿入している。熱遮蔽体8の温度は、燃焼触媒層6の上方と比べて低温（例えば、400～700℃程度）になっているため、熱電対37の信頼性が確保される温度域（10  
例えば、500℃付近）の温度で触媒燃焼の監視をすることができる。また、熱遮蔽体8は上方から燃焼触媒層6に加熱され、下方から低温の混合ガスにより冷却されており、加熱と冷却のバランスで熱遮蔽体8の温度が決まる。このため、失火または燃焼が不安定になると、このバランスが即座に変わり、温度計測器36に現れるので、応答の速い監視をすることができる。

#### 【0036】

また、本実施形態では、起動時の点火用の点火プラグ12を燃焼触媒層6の上方空間に配設し、燃焼触媒層6の上方空間で都市ガスの気相燃焼を行っている。しかしながら、点火プラグ12を燃焼触媒層6と熱遮蔽体8の間に配置して熱遮蔽体8の上方で気相燃焼を行ってもよい。これによれば、燃焼触媒層6を火炎の高温部で加熱できるために短時間で燃20  
焼触媒層6を加熱することができる。

#### 【0037】

なお、本実施形態によれば、補助燃焼器1で予熱する炭化水素系燃料として、メタンを主原料とする都市ガスを使用した。これに限られるものではなく、例えば、天然ガス、LPガス、プロパン、ブタン等の他の気体燃料を使用してもよい。

#### 【0038】

##### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、水素製造装置の起動時や負荷変動時に補助燃焼器における逆火及び熱損傷を防止することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明に係る補助燃焼器の一実施形態の構成図である。

【図2】本発明の補助燃焼器を適用してなる改質器の一実施形態の図である。

【図3】本発明の補助燃焼器を適用してなる燃料電池システムの全体構成図である。

【図4】図1の補助燃焼器の起動方法を示すフローチャートである。

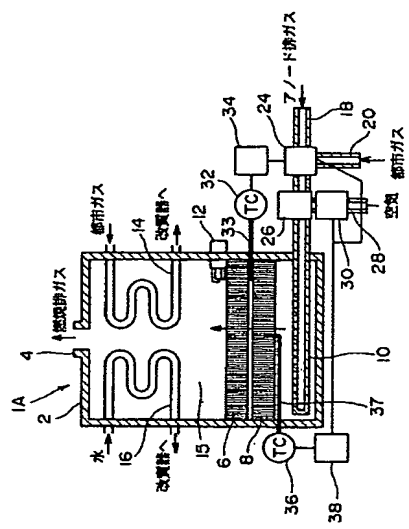
【図5】本実施形態の水素製造装置の定常運転時におけるアノード排ガス中の水素濃度の履歴を示す線図である。

##### 【符号の説明】

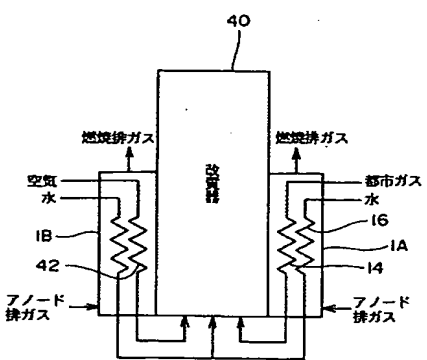
- 1 補助燃焼器
- 2 筒型容器
- 6 燃焼触媒層
- 8 熱遮蔽体
- 10 燃料吐出ノズル
- 12 点火プラグ
- 14 都市ガス予熱管
- 16 水予熱管
- 24 切り換え器
- 26 混合器
- 32、36 温度計測器
- 34、38 制御器

40

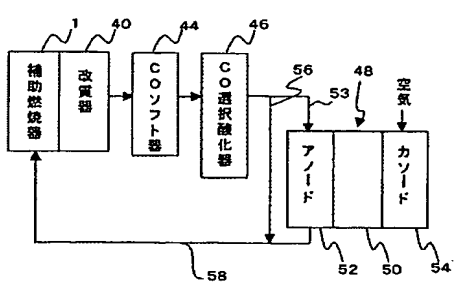
【図 1】



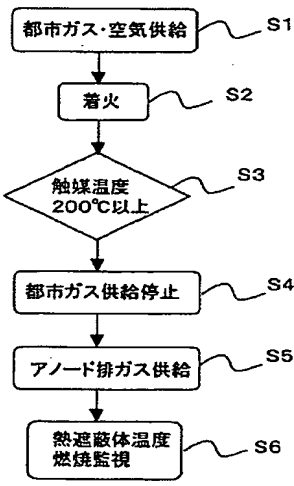
【図 2】



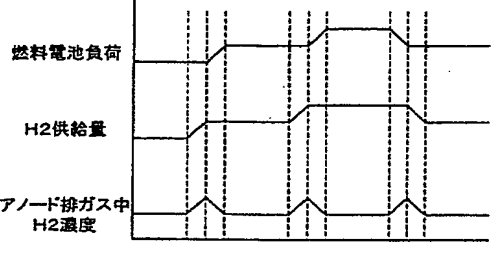
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岡野 哲朗

広島県呉市宝町6番9号

バブコック日立株式会社呉事業所内

(72)発明者 宮田 輝史

広島県呉市宝町6番9号

バブコック日立株式会社呉事業所内

F ターム(参考) 4G140 EA03 EA06 EB03 EB14 EB32 EB35 EB42 EB43 EB46

5H026 AA06 HH08

5H027 AA06 BA01 BA09 BA16 BA17 KK41 MM13 MM21

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**